

Луговкин В.В., Гольцев В.А., Выволокина Е.В., Силкин П.А.

Lugovkin V.V., Goltsev V.A., Vivolokina E.V., Silkin P.A.

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ЦИКЛА «АВТОМАТИКА»

DEVELOPMENT AND USE OF VIRTUAL LAB FOR TEACHING "AUTOMATION" CYCLE DISCIPLINES

v.a.goltsev@ustu.ru

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

г. Екатеринбург



В докладе дано описание цикла виртуальных лабораторных работ по моделированию автоматических систем регулирования параметров различных объектов в металлургии, разработанных на кафедре теплофизики и информатики в металлургии УрФУ в рамках программы развития университета.

The report describes the cycle of virtual laboratory works on modeling the automatic regulation system parameters of different objects in metallurgy industry, developed at the Department of Thermal Physics and Computer Science in Metallurgy UFU as the part of the development program of the university.

Любым технологическим агрегатом необходимо управлять. И, в отличие от повседневной жизни, в промышленном производстве интуитивное управление недопустимо (а в случае автоматического управления и невозможно). Управление должно основываться на исчерпывающей информации о состоянии агрегата и процессов, протекающих в нем. В противном случае невозможно эффективно решать задачи повышения и поддержания показателей производительности и надежности агрегата, не говоря уже о безопасности труда обслуживающего персонала. Особенно это касается такой сложной и зачастую опасной отрасли промышленности, как металлургическое производство. Поэтому при знакомстве студентов с дисциплинами «Контроль и управление технологическими процессами», «Автоматика и автоматизация производственных процессов», «Управление техническими системами» в институте материаловедения и металлургии УрФУ наряду с выполнением лабораторных занятий на физических объектах необходимы и виртуальные практикумы, которые могут обеспечить формированию у обучающихся практических навыков, достаточных для успешной профессиональной деятельности в области создания, разработки и эксплуатации систем автоматизации.

Пакет CoDeSys от компании 3S Software является одним из наиболее известных универсальных инструментов для программирования контроллеров и промышленных компьютеров. Главным преимуществом пакета CoDeSys является его бесплатное распространение, что позволяет использовать его для обучения. В то же время широкий ряд производителей микропроцессорной техники используют и рекомендуют интегрированный пакет CoDeSys для своих изделий, что еще выше поднимает планку популярности для этого программного продукта.

В рассматриваемом цикле из трех виртуальных лабораторных работ первая – это модель автоматической системы регулирования (АСР) температуры нагревательной печи. АСР состоит из объекта регулирования и автоматического регулятора; в качестве закона регулирования принят двухпозиционный с настраиваемой зоной неоднозначности. Моделирование использовано для того, чтобы получить ответную реакцию объекта регулирования на регулирующие воздействия. Созданная модель позволяет наблюдать за динамикой процесса регулирования, исследовать влияние

различных параметров объекта и регулятора на показатели процесса, дает возможность познакомиться с элементами визуализации, не прибегая при этом к физической реализации АСР. В реальной системе информация об изменениях регулируемого параметра должна была бы поступать к регулятору по каналу главной обратной связи от датчика, подключенного к одному из аналоговых входов контроллера.

Вторая работа – модель автоматической системы регулирования температуры камерной печи. АСР состоит из объекта регулирования и автоматического регулятора, программируемого для реализации П-, И-, ПИ-, ПД- и ПИД - законов регулирования.

Третья, наиболее сложная виртуальная лабораторная работа, – модель автоматической системы управления воздухонагревателями (кауперами) доменной печи. Система управления состоит из объекта – четырех воздухонагревателей – и управляющего устройства на базе программируемого микропроцессорного контроллера, датчиков и исполнительных устройств. Для получения ответной реакции виртуального объекта на управляющие воздействия использована предоставляемая интегрированным пакетом CoDeSys возможность моделирования. Созданная модель позволяет наблюдать за динамикой состояния кауперов в процессе работы, изучать алгоритм управления исполнительными устройствами системы, исследовать влияние задаваемых выходных параметров на длительность этапов работы воздухонагревателя, не прибегая при этом к физической реализации системы управления.

Интерфейс рассматриваемой лабораторной работы содержит четыре основных окна визуализации: *Главное*, *Общая мнемосхема*, *График изменения температур*, *Схема одного каупера*.

На рис. 1 представлена экранная форма *Общая мнемосхема*, основным содержанием которой является мнемосхема *1* с четырьмя воздухонагревателями, магистралями горячего и холодного дутья, природного газа (топлива) и отходящих газов. В нижней части размещены кнопки *2* для перехода к другим окнам.

Элементы визуализации – *прямоугольники 3* и *4* – служат соответственно для запуска воздухонагревателей на разогрев и, после достижения ими состояния готовности, – постановки на дутье. Щелчок левой клавишей мыши по прямоугольнику приводит к изменению состояния соответствующей логической переменной, а также его цвета и цвета некоторых элементов функциональной схемы.

Элементы визуализации – *ползунки 5* – служат для изменения заданных значений (уставок): температуры купола *TK_UST*, температуры низа насадки *TN_UST* и температуры воздушного дутья *TDUT_UST*, подаваемого в домну.

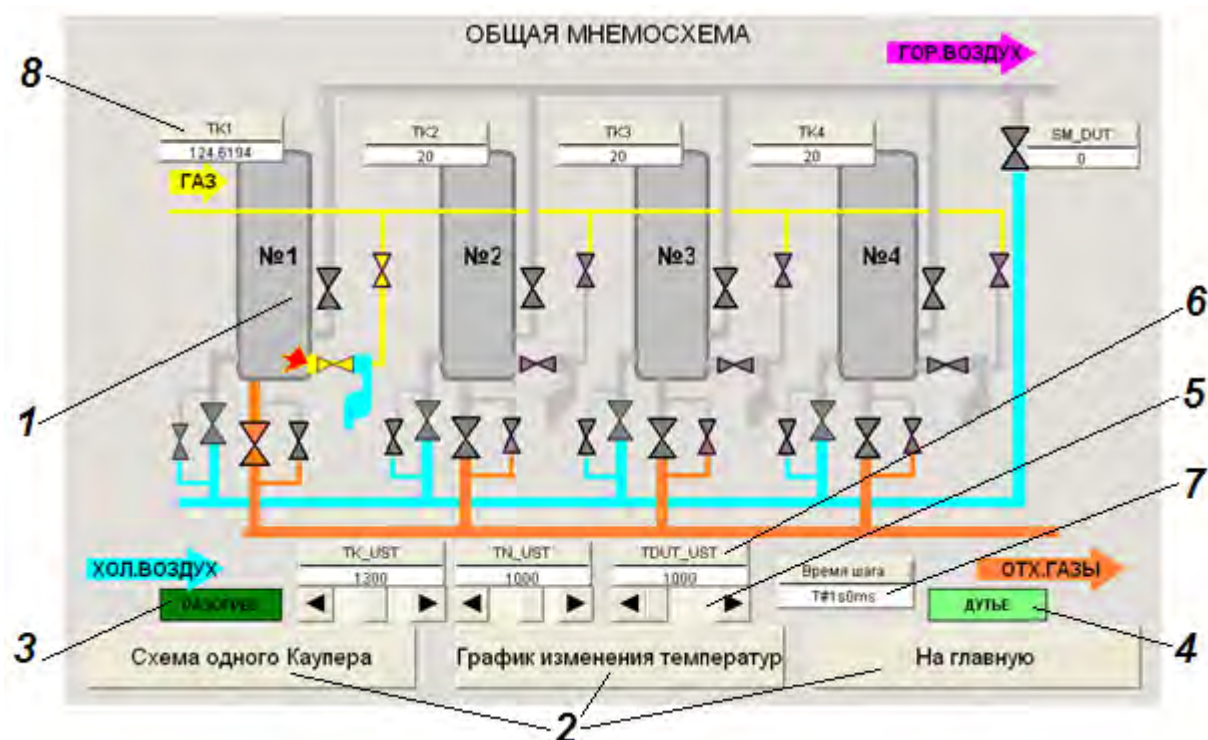


Рис. 1. Окно визуализации *Общая мнемосхема*

Элементы визуализации – *таблицы 6*, совмещенные с соответствующими ползунками, служат для отражения заданных значений параметров, а также для их изменения.

В *таблицу 7* можно вводить значение интервала времени одного цикла работы программы, который определяет скорость протекания всех моделируемых процессов.

Расположенные в верхней части схемы *таблицы 8* отражают текущие значения температуры купола *ТК* каждого воздушонагревателя и степень открытия клапана *SM_DUT*, через который к горячему воздуху из кауперов подмешивается холодный для обеспечения заданной температуры дутья, подаваемого в доменную печь.

На рис. 2 представлено окно *График изменения температур*, основным содержанием которого являются два *тренда 1* и *2* с графиками изменения основных параметров воздушонагревателей в процессе работы. Панели инструментов *3* и *4* используются для управления параметрами горизонтальной и вертикальной осей трендов.

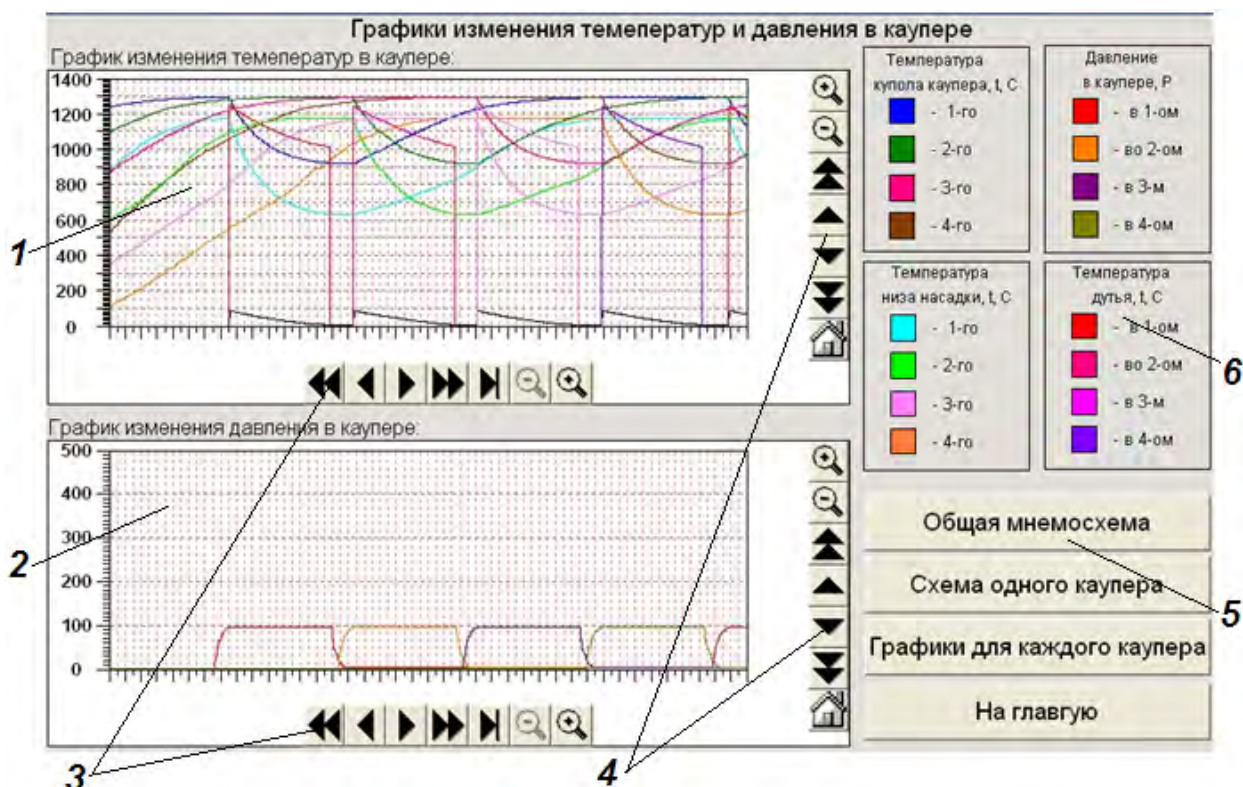


Рис. 2. Окно визуализации График изменения температур

Кнопки **5** служат для перехода к другим окнам визуализации. Из этой экранной формы имеется возможность перехода к четырем дополнительным окнам с трендами параметров каждого воздухонагревателя отдельно. В таблицах **6** дано обозначение величин, отражаемых на графиках.

На рис. 3 представлена экранная форма **Схема одного каупера**. Окно содержит фрагмент функциональной схемы системы управления, связанный с воздухонагревателем № 4, а также общую для всей группы воздухонагревателей АСР температуры дутья, поступающего в доменную печь.

Система управления выполнена на базе программируемого микропроцессорного контроллера **PLC** и выполняет автоматическое регулирование температуры купола (**1a...1e**) и температуры дутья (**3a...3c**), контроль температуры низа насадки (**2a**), контроль давления в воздухонагревателе (**4a**), контроль горения газа (**5a**), а также логическое управление приводом вентилятора **M** и клапанами **1...8** на магистралях воздухонагревателя.

Аналоговые унифицированные сигналы датчиков температуры и давления (линии связи **1, 6, 7, 17**) поступают на аналоговые входы **AI** контроллера. В виде аналоговых унифицированных сигналов передается также информация от исполнительных механизмах **1c, 1e** и **3c** (линии связи **3, 5, 19**) о положении регулирующих органов.

На один из дискретных входов **DI** контроллера подается сигнал от датчика-реле контроля пламени **5a** (линия связи **8**).

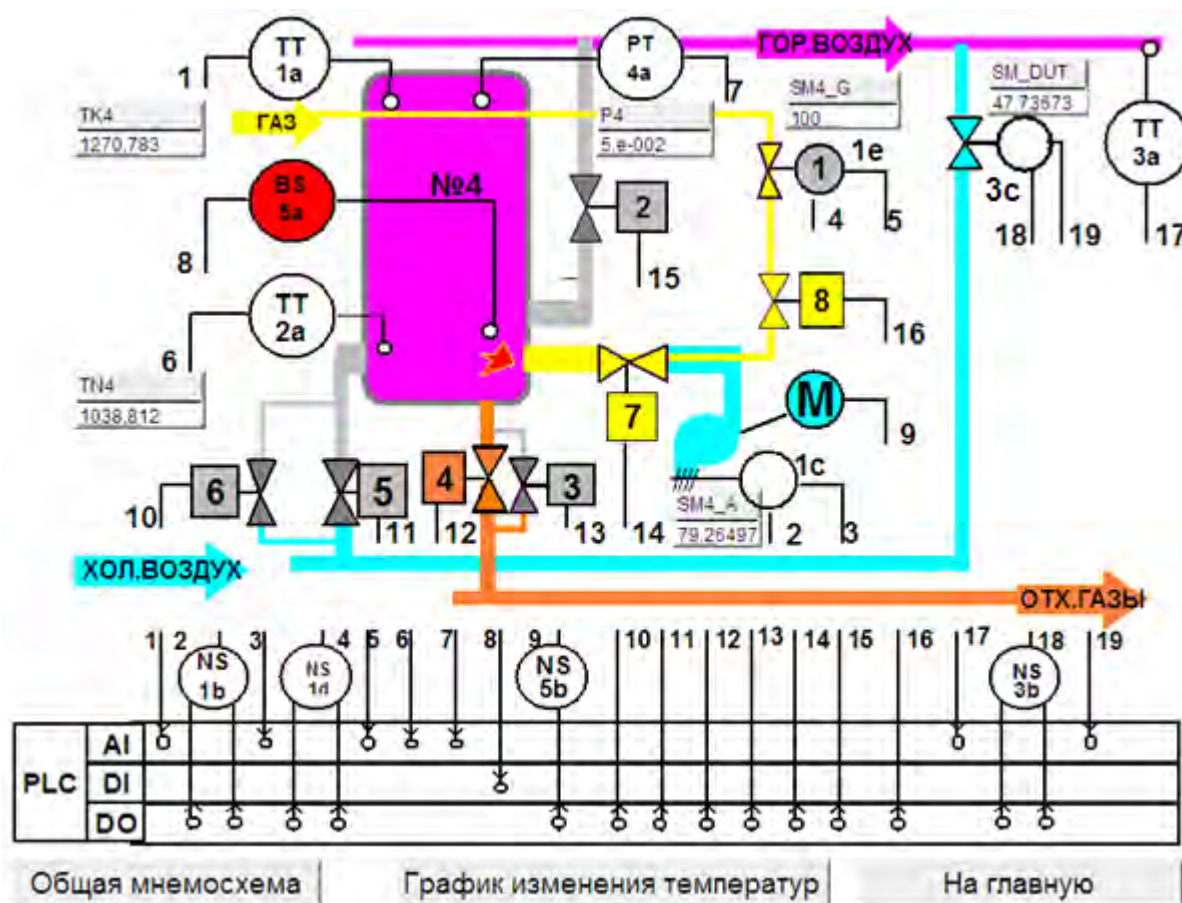


Рис. 3. Окно визуализации *Схема одного каупера*

Регулирующие воздействия регуляторов температуры в виде плавного изменения расходов воздуха, необходимого для горения, и холодного дутья осуществляются с помощью исполнительных механизмов *1c* и *3c*. Для управления реверсивными пускателями *1b* и *3b* исполнительных механизмов использованы дискретные выходы контроллера **DO**. Также с дискретных выходов получают команды все отсечные клапаны (линии связи 10...16), пускатель *3b* двигателя вентилятора и реверсивный пускатель *1d* регулирующего клапана *1e* на газовой магистрали.

Созданный виртуальный лабораторный практикум позволяет существенно повысить уровень подготовки выпускников по дисциплинам цикла «Автоматика». Особую ценность работа представляет для студентов заочных и дистанционных форм обучения и может быть успешно использована во всех филиалах университета благодаря применению свободно распространяемого бесплатного программного обеспечения. Однако опыт преподавания показывает, что без реальной лабораторной установки и физического натурного эксперимента глубоких знаний студенту не получить. Поэтому авторы считают целесообразным комбинацию при проведении лабораторных занятий виртуальных и натуральных работ.